



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE OXÍGENO Y LA TURBIDEZ DEL
AGUA EN CULTIVOS DE CAMARÓN BLANCO (LITOPENAEUS
VANNAMEI).

DAVILA MERIZALDE LUIS ALBERTO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE OXÍGENO Y LA TURBIDEZ
DEL AGUA EN CULTIVOS DE CAMARÓN BLANCO
(LITOPENAEUS VANNAMEI).

DAVILA MERIZALDE LUIS ALBERTO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE OXÍGENO Y LA TURBIDEZ DEL AGUA EN
CULTIVOS DE CAMARÓN BLANCO (*LITOPENAEUS VANNAMEI*).

DAVILA MERIZALDE LUIS ALBERTO
INGENIERO ACUÍCULTOR

RIVERA INTRIAGO LEONOR MARGARITA

MACHALA, 29 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
29 de agosto de 2022

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE OXÍGENO Y LA TURBIDEZ DEL AGUA EN CULTIVOS DE CAMARÓN BLANCO (LITOPENAEUS VANNAMEI)

por Luis Davila

Fecha de entrega: 11-ago-2022 06:54p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1881522572

Nombre del archivo: TURBIDEZ_DEL_AGUA_EN_CULTIVOS_DE_CAMARON_BLANCO.LUIS_DELGADO.pdf
(427.26K)

Total de palabras: 6458

Total de caracteres: 36434

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, DAVILA MERIZALDE LUIS ALBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Relación entre los niveles de oxígeno y la turbidez del agua en cultivos de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 29 de agosto de 2022



DAVILA MERIZALDE LUIS ALBERTO
0705670602

RESUMEN

Para la acuicultura, en especial la producción de camarón blanco es una de la actividades más importantes en la actividad económica del país, por esto que tiene toda la atención en torno al desarrollo que ha tenido a lo largo del tiempo y las futuras aplicaciones de nuevas tecnologías que buscan seguir mejorando las producciones mediante la intensificaciones de los cultivos y con riesgos mínimos de mortalidades por el estrés producido en los animales. Bajo este criterio el desarrollo de esta investigación se basa en determinar la importancia que tienen las concentraciones de oxígeno disuelto en los cultivos, la influencia de este en el desarrollo normal de procesos metabólicos y fisiológicos y los principales factores que delimitan la presencia tanto del oxígeno como de la turbidez.

Gracias a la investigación bibliográfica científica basada en autores relacionados al desarrollo de la acuicultura, podemos determinar que el oxígeno disuelto es el factor limitante para el desarrollo normal fisiológico del camarón ya que, concentraciones bajas de este, provoca estrés en los animales al mismo tiempo que afecta el consumo de alimento y lo hace más vulnerable al desarrollo de enfermedades. Es por esto que se debe procurar mantener los niveles estables de oxígeno disuelto al mismo tiempo que se controla los demás parámetros como el pH, temperatura, salinidad, y principalmente la turbidez siendo esta ultima la que no permite el paso de rayos solares para el desarrollo normal de la fotosíntesis la cual es la forma natural de producción de oxígeno.

Palabras clave: *Litopenaeus vannamei* – Oxígeno disuelto – Turbidez – Letalidad

ABSTRACT

Aquaculture, especially the production of white shrimp, is one of the most important activities in the economic activity of the country, which is why it has all the attention around the development it has had over time and the future applications of new technologies that seek to continue improving production through the intensification of crops and with minimal risk of mortality due to stress produced in the animals. Under this concept, the development of this research is based on determining the importance of dissolved oxygen concentrations in crops, its influence on the normal development of metabolic and physiological processes and the main factors that delimit its presence.

After an investigation based on authors who conducted research and scientific articles, all related to aquaculture development, we can determine that dissolved oxygen is the main limiting factor for the normal physiological development of shrimp, since low concentrations of this causes stress in the animals while affecting feed consumption and making them more vulnerable to the development of diseases. This is why it is important to maintain stable levels of dissolved oxygen while controlling other parameters such as pH, temperature, salinity, and mainly turbidity, the latter being the one that does not allow the passage of sunlight for the normal development of photosynthesis, which is the natural form of oxygen production.

Key words: *Litopenaeus vannamei* - Turbidity - Lethality - Dissolved oxygen

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	7
2. DESARROLLO	8
2.1 Reseña historica de la acuicultura en el ecuador.....	8
2.2 Sistemas de cultivo para la producción de camarón	8
2.2.1. Extensivo	8
2.2.2. Semi-intensivo	8
2.2.3. Intensiva	9
2.2.4. Super-intensivo.....	9
2.3 Parámetros fisico-químicos que influyen en el cultivo de camarón	9
2.3.1. Temperatura.....	9
2.3.2. Oxígeno disuelto.....	10
2.3.3. Turbidez.....	10
2.3.4. pH	11
2.3.5. Alcalinidad y Dureza	11
2.3.6. Salinidad	11
2.3.7. Amonio	11
2.3.8. Nitrito y nitratos	12
2.4 Importancia del oxígeno en los estanques de producción.....	12
2.5 Factores que aumentan la concentracion de oxígeno.....	13
2.5.1 Fotosíntesis	13
2.5.2 Difusión	13
2.5.3 Aireación	13
2.5.4 Recambios de agua	14
2.6 Consumidores de oxigeno en estanques de acuicultura	14
2.6.1 Camarón en cultivo	14
2.6.2 Fitoplancton.....	15
2.6.3 Mineralización de la materia orgánica	15
2.6.4 Sedimentos	15
2.6.5 Exceso de alimento.....	16
2.7 Influencia de la turbidez en la concentración de oxígeno.....	16
3. CONCLUSIÓN.....	18
4. BIBLIOGRAFÍA.....	19

1. INTRODUCCION

La camaronicultura es una actividad de mucha importancia a nivel mundial, gracias a ello la producción de proteína se da de manera antropogénica y se descarta el consumo de proteína apresada en los mares, disminuyendo la captura excesiva de las especies acuáticas de mayor interés como crustáceos, peces y moluscos. El camarón blanco es la principal especie cultivada en estanques acuícolas a nivel global, generando divisas dentro del país gracias a sus exportaciones.

El camarón blanco en Ecuador es cultivado en estanques acuícolas bajo condiciones controladas con una fluidez de agua poca continua, pero con presencia de movimiento a raíz de diferentes factores extrínsecos como la interacción del viento, la creación de los estanques se diferencian por su forma, tamaño y material que lo compone tomando en cuenta la porosidad y permeabilidad de los suelos, los espacios acuícolas se los utiliza para la obtención de proteína animal en cautiverio considerando los parámetros recomendados para el desarrollo de la especie a cultivar.

Los estanques acuícolas carecen de oxígeno disuelto (OD), siendo el oxígeno el principal elemento para continuar con los procesos metabólicos de los organismos, se considera como un limitante en la acuicultura por tal motivo radica su importancia de mantener los niveles estables de OD en los cuerpos de agua. Existen diferentes formas de que las moléculas de oxígeno ingresen al agua; una de las principales fuentes de ingreso es el intercambio gaseoso entre el agua y el aire absorbido directamente de la atmosfera sin embargo este intercambio gaseoso va a depender del movimiento de agua.

Por otra parte, la segunda fuente de OD en el estanque es la producción de oxígeno a través de la actividad fotosintética dada por la comunidad vegetal (Fitoplancton) que se encuentra dentro de la columna de agua relacionada con la turbidez del cuerpo de agua. El objetivo del proyecto se basa en la investigación de la relación que existe entre la turbidez y los niveles de oxígeno que presenta un estanque de cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*).

2. DESARROLLO

2.1 Reseña histórica de la acuicultura en el Ecuador

El cultivo de camarón en nuestro país empieza en la década de los 70 en la provincia de El Oro, al pasar los años esta actividad toma realce el cual crece drásticamente siendo Ecuador unos de los países con mayor exportación de camarón blanco en el mundo. Sin embargo al final de los años 90 sufre una decaída en sus cultivos debido a la presencia de enfermedades, siendo la mancha blanca (WSSV) la enfermedad que afectaba a gran cantidad de la producción con una tasa alta de mortalidad en el cultivo, luego de investigaciones por parte del sector acuícola supieron intervenir en esta enfermedad, tal es el caso que los productores comenzaron a obtener larva de animales con un mejoramiento genético, los cuales tendrían resistencia a la enfermedad de la mancha blanca, de esta manera la producción acuícola tuvo una mayor tasa de exportaciones (Piedrahita, 2018).

2.2 Sistemas de cultivo para la producción de camarón blanco

Los sistemas de cultivo de camarón existen diferentes tipos de cultivos el cual van a ir dependiendo de la densidad poblacional que se tenga, las técnicas que se implementa como también el tamaño del estanque, de los cuales se clasifican en: Extensivo ($4 - 10 \text{ pl/m}^2$), semi-intensivo ($10 - 30 \text{ pl/m}^2$), intensivo ($60 - 300 \text{ pl/m}^2$), e híper-intensivo ($300 - 450 \text{ pl/m}^2$) (Arias Cango, Morán Arellano, & Burgos Valverde, 2020). En el Ecuador el sistema semi-intensivo es el más utilizado por su mediana carga de población, donde existe un mayor control físico-químico, menor capacidad de carga para el ambiente y un mejor manejo de cultivo.

2.2.1. Extensivo

El sistema extensivo es utilizado en Latinoamérica mayormente debido a que se lo desarrolla en piscinas de gran tamaño las cuales no cuentan con aireación y bombeo de agua, por ello se caracterizan por poseer densidades bajas ($4-10/\text{m}^2$), su alimentación principalmente es el alimento vivo (fitoplancton). (Tacon, y otros, 2002).

2.2.2. Semi-intensivo

Este cultivo generalmente se desarrolla en piscinas de 1 a 5 ha. Para este cultivo se manejan con semilla de laboratorios y sus densidades de siembra oscilan entre 10 a 30 PL/ m^2 , presentan recambio de agua diariamente, aireación artificial, su alimentación se

por fertilización y se complementa con alimentación artificial de 2 a 3 veces en el día. (Tacon, y otros, 2002).

2.2.3. Intensiva

Este cultivo cuenta con una densidad de 60 – 300 PL/m², utiliza fertilizantes como fuente de alimento como también el alimento artificial que lo suministran de 4 a 5 veces diario, cuenta con aireación para la obtención de niveles de oxígeno adecuados y prevenir el estrés en el animal, el tamaño de sus piscinas tiene un tamaño de 0,1 a 2 ha. (Tacon, y otros, 2002).

2.2.4. Súper-intensivo

El cultivo súper-intensivo se lleva a cabo con densidades altas (300-450 juveniles/m²), se los desarrollo en invernaderos con poco a cero recambios de agua, deben tener estándares de bioseguridad, la alimentación es artificial de manera continua y deben tener canales de flujo rápido. Estos se dan estanques pequeños de menos de 1 ha. (Ray, Dillon, & Lotz, 2011).

2.3 Parámetros físico-químicos que influyen en el cultivo de camarón

A lo largo del manejo del cultivo de camarón se pueden presentar una variedad de problemas debido a la presencia de materia orgánica, variaciones en algunos parámetros físicos y químicos, aparición de enfermedades o el descenso en niveles de oxígeno (Celi, 2021), por lo que el control de las variables o parámetros en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* o camarón blanco, es fundamental para obtener los mejores rendimientos evitando de esta manera mortalidades por brotes de enfermedades. (García Sanchez, Juárez Agis, Olivier Salome, Rivas González, & Zeferino Torres, 2018).

Existen varios estudios donde se mencionan que los parámetros físicos químicos tienen una influencia directa sobre el metabolismo, crecimiento, la sobrevivencia y la muda del camarón, esto además de provocar una reducción en la capacidad de respuesta del sistema inmune. Bajo este concepto se menciona a la temperatura como el factor de mayor importancia debido a que no solo afecta al camarón, sino también influye en la disponibilidad de otro factor importante como lo es el oxígeno además de la salinidad. (Abad, Betancourt, Vargas, & Roque, 2022).

2.3.1. Temperatura

La temperatura tiene relación directa con la viscosidad, densidad y la solubilidad de algunos gases, especialmente si nos referimos a la producción de camarón, el oxígeno,

además de influir también en la velocidad en que se realizan las diferentes reacciones bioquímicas y químicas propias del estanque. Para hacer referencia a los índices en que el camarón tiene mejor crecimiento, se citan temperaturas que van desde los 25 a 31 °C teniendo en cuenta que el rango óptimo va desde los 20 a 30 °C. Si es que se llegasen a tener valores mayores o menores se consideran como rangos letales. (Carchipulla, 2018).

2.3.2. Oxígeno disuelto

Este parámetro es el más importante, además del más crítico, dentro de la acuicultura puesto que es considerado como un regulador metabólico causando estrés lo cual es un indicador para la aparición de enfermedades y posterior mortalidad si no se toman las medidas correctivas. (Astudillo, 2021). El oxígeno también influye en las conversiones alimenticias debido a que, el camarón por estar bajo estrés, no se alimentaría, y en el caso de que lo haga, no tendrían una buena asimilación del mismo. Para hablar de niveles óptimos, se consideran concentraciones mayores a los 5 mg/L (6-10 mg/L).

Las concentraciones de oxígeno a su vez se ven influenciadas por otros factores como la fotosíntesis, respiración ya sea de fitoplancton y otros microorganismos, los sedimentos, la transferencia que existen entre el agua-aire, temperatura y presión atmosférica. (Fuentes & Lara, 2002).

2.3.3. Turbidez

La turbidez en los estanques acuícolas es importante puesto que brinda de oscuridad o también denominada como “nubosidad” al agua lo cual hace que los camarones no puedan ser depredados. La turbidez óptima en estanques de producción está por encima de los 30 cm hasta los 45 cm, teniendo en cuenta que si se tiene una turbidez menor a los 30 cm no tenemos una buena productividad primaria, y si sobre pasa los valores máximos tenemos un exceso de productividad primaria lo que indica posibles caídas de oxígeno en la noche teniendo en cuenta que, el fitoplancton que expulsa oxígeno en el día por fotosíntesis, respira en la noche. (Lara, y otros, 2015).

2.3.3.1 Forma de medir la turbidez

La turbidez puede medirse con el uso del Disco Secchi, es decir, la profundidad en la que la vista del ser humano alcanza a visualizar el disco. Para construir el disco se necesita de un disco metal u otro material ligero, redondo, con un diámetro de 20 cm, a su vez este disco se encuentra unido a un palo o estructura de aluminio en el cual se

encuentran marcados números que representan los centímetros, estos números nos indican a que profundidad se pierde de vista el disco. (Delegido, y otros, 2019).

2.3.4. pH

El potencial de hidrógeno o mejor conocido como pH, es un factor que se encarga de indicar si el medio donde se encuentran los animales es ácido o básico. Sus lecturas se basan en mostrar las concentraciones del ion hidrógeno, por lo que la acidez representa la capacidad de neutralización de bases fuertes, la alcalinidad representa la neutralización de ácidos fuertes. (Hernández, 2016).

Cuando tenemos lecturas de 0 a 7, estamos hablando de pH ácido, mientras que de 7 a 14, estamos hablando de un medio básico, siendo el 7 considerado como un valor neutral. Para el cultivo de camarón se recomiendan pH que va desde los 6 a los 8. (Alcaraz, Chiappa, & Vanegas, 1997).

2.3.5. Alcalinidad y Dureza

La concentración de los iones de carbonato se lo denomina alcalinidad, mientras que la de bicarbonatos se lo denomina dureza. Estos dos tipos de indicadores se los puede medir mediante análisis de laboratorio, sin embargo, de forma física si observamos costras blancas en los bordes de los estanques, estamos frente a altas concentraciones. (Ching, 2005).

La alcalinidad para el cultivo de camarón no debe ser menor a los 80 mg/L de CaCO_3 . Si tenemos valores bajos de alcalinidad tendremos variaciones de pH lo que causa estrés y mortalidad en los camarones. Mientras que, para la dureza se consideran valores de 80 a 200 mg/L. (Ching, 2005).

2.3.6. Salinidad

La salinidad representa a las concentraciones de iones totales las cuales son expresadas en partes por millón o ppm, y a su vez su concentración se ve limitada por bicarbonatos, fosfatos, nitratos y otros.

El cultivo de camarón se ha dado con éxito a diferentes salinidades recalcando que cuando nos referimos a bajas salinidades se tienen mayores índices de excreción de amonio lo cual afecta la producción de CO_2 y respiración.

2.3.7. Amonio

El amonio es el resultado de la degradación de la materia orgánica, específicamente de las proteínas, la cual incluye desechos propios de los camarones y restos de alimento no consumido. (Hernández, 2016).

Para el cultivo de camarón se considera una concentración mayor a los 0,1 mg/L de NH_3 como letal, mientras que para NH_4 va desde los 0,2 a 1 como rangos aceptados.

2.3.8. Nitrito y nitratos

Las concentraciones de estos compuestos en las producciones acuícolas son considerados como letales y peligrosos debido a que son detectados únicamente cuando el camarón se encuentra enfermo. En los cultivos se consideran como niveles seguros de nitrato en rango de 0.4 a 0.8 mg/L siendo tóxico si supera los 0,8, mientras que los niveles de nitrito superiores al 0,1 mg/L son considerados como tóxicos. El aumento de estos proviene del exceso de alimentación en las piscinas de camarón, por lo que es necesario el control de alimento. (Katayama, y otros, 2020).

2.4 Importancia del oxígeno en los estanques de producción

En los ecosistemas de producción acuáticos existen diversos factores o parámetros de carácter físico y químicos teniendo una importancia mayor el oxígeno disuelto debido a que no solo interviene en los procesos respiratorios del animal sino también influye sobre procesos relacionados a la materia orgánica, como la mineralización y la actividad de la biota microbiana. (Carranza, 2020).

En el cultivo de camarón el elemento más importante es el oxígeno disuelto, tal es el caso que una baja disolución de oxígeno este afectaría a la salud del animal como también su desarrollo. El OD su disponibilidad dependerá de varios factores como son los organismos cultivados, el fitoplancton y los sedimentos, los cuales son los principales consumidores de oxígeno menciona (Carranza, 2020).

Los organismos cultivados son los principales consumidores de oxígeno en un estanque acuícola, tal es el caso que la disponibilidad de oxígeno en el agua es necesario para sus funciones metabólicas como: el proceso de ecdisis aumenta la tasa de alimentación, presencia de buena actividad, mientras que a su ausencia el camarón comenzara a tener crecimientos lentos, no se alimentará, se verá afectado por organismos oportunistas (Supriatna, Koesman, Hariati, & Mahmudi, 2017).

Es por esto por lo que la presencia o ausencia de este en los estanques de producción influye en los procesos metabólicos, es decir, si tenemos una concentración de solo 1 ppm de oxígeno en los estanques, la energía usada para el aumento de biomasa

se verá reducida hasta en un 25%. Controlando el oxígeno disminuimos el FCA por desperdicio de alimento y mortalidades altas. (Galang, y otros, 2019).

2.5 Factores que aumentan la concentración de oxígeno

Existen diversas formas de aumentar las concentraciones de oxígeno disuelto manteniéndolo en niveles óptimos para el desarrollo normal de los organismos. Puede ingresar de forma natural a través de la fotosíntesis o por difusión con la atmosfera, mientras que también puede ingresar por intervención del ser humano con aplicación de aireación mecánica o mediante los recambios de agua que se producen cuando se quitan tablas en las compuertas de entrada y salida. (Carchipulla, 2018).

2.5.1 Fotosíntesis

La fotosíntesis es una reacción química que es producida por el fitoplancton el cual en el día se encarga de producir oxígeno, sin embargo, durante la noche al igual que cualquier otra planta o microalga respira. Estas micro células son las encargadas de producir la mayor parte de OD que se necesita en la producción sin embargo esto no significa que a mayor cantidad de fitoplancton mayores serán los beneficios puesto que a pesar de que puede ser una afirmación correcta, en la noche tendremos mayores problemas con el oxígeno ya que el fitoplancton respiraría uniéndose al consumo propio de los camarones y demás microbiota. (Carchipulla, 2018).

2.5.2 Difusión

Los gases se transfieren cuando existe un desequilibrio entre la masa de gas y la superficie líquida, es por esto que se debe tener en cuenta la solubilidad propia de cada gas. Existen varios factores que pueden influir sobre la solubilidad que presentan los gases en los medios acuáticos encontrando la presión del gas, la naturaleza química y las concentraciones siendo la temperatura la que mayormente influye sobre esta. (Mallqui, 2019).

2.5.3 Aireación

La aireación mecánica es la más usada para brindar e ingresar oxígenos a los estanques de cultivo ya que es la única que permite aumentar concentraciones de oxígeno en la madrugada, hora donde las concentraciones tienden a bajar y producirse los denominados barbeos. (Oberle, y otros, 2019). La aireación es usada para mantener niveles por encima de los 3 mg/l teniendo en cuenta que, si se bajan de estos niveles, los

animales entrarían en procesos de estrés y por ende si no se controla llegarían a la muerte por niveles críticos, es decir por debajo de 1 mg/l. (Boyd, Dinámica del oxígeno disuelto, 2018).

Existen diferentes tipos de aireación, siendo la mecánica la más usada ya que evita el déficit entre la difusión neta y la producción de oxígeno del fitoplancton. Con la aireación se puede transferir mayor cantidad de OD disuelto teniendo en cuenta una proporción a las cantidades de aireación que se aplica.

2.5.4 Recambios de agua

Los recambios de agua son muy comunes cuando se llevan a cabo producciones de camarón tomando en cuenta que hay fincas que pueden llegar a recambiar hasta un 30% de la capacidad total de la piscina trayendo consigo muchos beneficios mejorando la calidad propia del agua además de mejorar las concentraciones de oxígeno que es el principal factor por lo que se llevan a cabo.

Generalmente, el agua usada en los estanques tiene concentraciones bajas de oxígeno por el consumo propio de las especies de cultivo e invasores como peces o por la materia orgánica. Al abrir las compuertas de salida dejamos drenar esta agua con poco oxígeno por lo que al mismo tiempo se deben abrir las compuerta de entrada dejando fluir el agua renovada con altas concentraciones de oxígeno.

2.6 Consumidores de oxígeno en estanques de acuicultura

El consumo de oxígeno en los estanques de producción suele ser menor a la cantidad que se produce siempre y cuando se tienen una gestión adecuada, el alimento es suministrado bajo control y la aplicación de nutrientes se limita, sin embargo, este tiende a agotarse cuando los animales de cultivo, microorganismos y algas consumen el oxígeno de manera acelerada.

2.6.1 Camarón en cultivo

Los animales en cultivo, en este caso el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) tienen consumos de oxígeno diferentes en sus etapas de crecimiento, es decir, conforme van crecimiento, el consumo de oxígeno es menor esto debido a que el metabolismo tiene un comportamiento más lento, sin embargo, el consumo general aumenta por el tamaño de los demás organismos. (Suarez & Oquendo, 2012).

No solo el crecimiento afecta al consumo de oxígeno, sino también por la temperatura debido a que a mayor temperatura la actividad metabólica aumenta

necesitando más oxígeno para el consumo, además de que acelera otros procesos fisiológicos como la respiración. (Rondón, 2020).

2.6.2 Fitoplancton

Es necesario regular las concentraciones de fitoplancton en lo que dura cada corrida o cultivo ya que, si bien durante el día producen oxígeno, en la noche se encargan de consumirlo causando una problemática especialmente en las zonas de mayor profundidad de los estanques debido a la aparición de zonas hipóxicas que hacen que los animales se desplacen a otros lados reduciendo sus lugares para distribuirse. (Oberle, y otros, 2019).

2.6.3 Mineralización de la materia orgánica

El agua se encuentra con cargas altas de nutrientes y materia orgánica que consumen oxígeno disuelto siendo la alimentación y la fertilización los principales fuentes de nutrientes. La descomposición, realizado por bacterias, hongos y protozoos propios del sistema, incluye la digestión, asimilación y metabolización de la materia orgánica, sin embargo, los nutrientes que se liberan no son absorbidos por los microorganismos (microalgas) sino que primero son degradados a formas con menor complejidad, este proceso se lo conoce como mineralización. (Barattini & Hepp, 2019).

2.6.4 Sedimentos

Los sedimentos que se encuentran en el fondo del estanque forman parte de los consumidores de oxígeno, el cual lo utilizan para el proceso de nitrificación, oxidación de la materia orgánica.

El principal causante del deterioro de la calidad de agua son los sedimentos, pues; en ellos se depositan grandes cantidades de materiales en descomposición dando paso a la liberación en grandes cantidades de amonio (Boyd, 2017) no obstante son los mayores consumidores de oxígeno en relación a la biofauna que existe en el ecosistema antropogénico, de aquí radica cuán importante es la concentración de oxígeno en un estanque acuícola pues la oxidación de la materia orgánica es un proceso anaeróbico y aeróbico; una parte del microbioma que se encuentra en el ambiente utiliza el oxígeno como fuente de energía para los procesos oxidativos este proceso se considera aeróbico, con mayor razón es necesario el oxígeno para aumentar el ciclo del nitrógeno como los procesos de nitrificación disminuyendo el amonio toxico (NH_3) y aumentando el nitrato compuesto asimilado por microflora del ecosistema. (Barattini & Hepp, 2019).

2.6.5 Exceso de alimento

El alimento artificial es esencial en la producción acuícola para el crecimiento de los animales, sin embargo, este altera el sistema natural debido a las concentraciones de nitrógeno, dióxido de carbono y fosfatos los cuales consumen el oxígeno por los procesos químicos de mineralización. (Boyd, Dinámica del oxígeno disuelto, 2018). Del total de alimento solo el 30% de N y el 10% de C se usan para el aumento de biomasa.

2.7 Influencia de la turbidez en la concentración de oxígeno

Todo tipo de material que se encuentra en estado de suspensión en la columna de agua y que impiden que los rayos solares puedan penetrar hacia zonas más profundas se la conoce como turbidez. (AWRI, 2020). Los niveles óptimos de turbidez para la producción de camarón van desde los 25 cm los cuales son medidos con ayuda del Disco Secchi. Niveles menores a estos nos indican que el agua se encuentra menos transparente lo que significa que tenemos mayor productividad, mayor presencia de fitoplancton y por ende mayores índices de respiración en la noche lo que reduce la cantidad de oxígeno disponible para el camarón. La turbidez no solo se presenta en estanques de acuicultura sino también está presentes en otros cuerpos de agua que no posean una buena circulación de agua lo que aumenta la posibilidad de una mayor concentración de fitoplancton por la presencia de materia orgánica. (Torres, 2020).

Conforme se va aumentado la profundidad del estanque, menores serán las concentraciones de oxígeno debido a que los rayos solares no pueden llegar a zonas profundas. La zona de compensación hace referencia a la cantidad de oxígeno que pueden llegar a producir las microalgas es igual a las cantidades de oxígeno que son consumidos por los organismos del estanque, en este caso, el camarón blanco. Bajo este concepto autores mencionan que en los estanques la zona de compensación se da a los 70 cm de profundidad, sin embargo, esta misma zona se ve afectada por la concentración de fitoplancton y los nutrientes que puedan estar disponibles. (Boyd, 2018).

Debido a que en algunas zonas de la costa las aguas pueden llegar a ser más turbias por estar cercanos a ríos se depositan mayores cantidades de nutrientes para el fitoplancton, este exceso de nutrientes es consumido aumentando la cantidad de microalgas lo que da paso a la creación de grumos superficiales los cuales impiden el paso de los rayos solares y por ende disminuyen las concentración de oxígeno disuelto. (Boyd, 2018).

El fitoplancton a través de la fotosíntesis produce oxígeno durante el día con la ayuda de la luz solar, mientras que en las noches se convierte en un consumidor más de oxígeno disuelto en el agua, un bloom de algas va a elevar la turbidez de un cuerpo de agua por lo tanto va a existir una mayor disponibilidad de oxígeno durante el día mientras que en la noche decaerá el oxígeno por la respiración de la elevada masa microalgal. (Oberle, y otros, 2019).

Como principal fuente de oxígeno en un estanque de cultivo de camarón es dada por la actividad fotosintética que se da en el estanque, durante el día el consumo de Dióxido de Carbono es mayor al igual que la producción de oxígeno, en este caso la saturación de oxígeno disuelto es mayor que la respiración, siempre y cuando exista la cantidad de luz requerida por el fitoplancton, mientras que; por las noches la respiración es mayor que la cantidad de OD en el agua y esto se debe por la escases de luz solar o en lugares cerrados donde no penetra la luz del sol (Coronel & Loqui, 2020).

Según (Martínez, y otros, 2019) indica que la cantidad de fertilizante idónea para un estanque de cultivo de camarón es de 100 lb/ha (fertilizante comercial) llevando la productividad primaria a una concentración de 300 000 cel/ml, en cuanto a la cantidad de oxígeno producido va de 0,46 ppm en promedio amaneciendo y por la tarde 13,52 ppm, mientras que la lectura de turbidez se mantuvo en 34cm en promedio.

3. CONCLUSIÓN.

Al ser el oxígeno un parámetro de relevancia dentro de los cultivos de producción acuícola y que además está relacionado con la calidad del agua, es necesario mantener un estricto control con lecturas constantes de la concentración en el agua tres veces al día. De esta manera estamos asegurando condiciones óptimas para el crecimiento de los organismos, ya sean peces o crustáceos, sin interferencia en los procesos metabólicos y fisiológicos por condiciones de estrés, además de la posible afectación por parte de organismos patógenos oportunistas que se encuentran por naturaleza en el medio.

La turbidez, en conjunto con otros parámetros aseguran que las concentraciones de oxígeno se mantengan a niveles óptimos de forma natural siempre y cuando esta no supere los límites permitidos ya que el exceso de productividad en el agua traerá como consecuencia bajones en los niveles de oxígeno en las noches debido a la respiración propia de los organismos en cultivo y la productividad primaria que como se mencionó, produce oxígeno en el día, pero en la noche lo consume.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Abad, S., Betancourt, M., Vargas, F., & Roque, A. (2022). Interacción de factores físicos, químicos y biológicos en el cultivo de camarón. *Avances en Acuicultura y Manejo ambiental*, 151-164. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/252931386_Interaccion_de_factores_fisicos_quimicos_y_biologicos_en_el_cultivo_del_camaron
2. Aguilar, A., & García, V. (2018). Comparación del ritmo de crecimiento del *Litopenaeus vannamei* y las fluctuaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos, de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Playa Hermosa, en el periodo comprendido de Abril a Junio del 2017. *UNAN-León*, 72. Obtenido de <https://ageconsearch.umn.edu/record/275434/files/Cano,%20Caceres.pdf>
3. Alcaraz, G., Chiappa, X., & Vanegas, C. (1997). Temperature tolerance of *Penaeus setiferus* postlarvae exposed to ammonia and nitrite. *Aquatic Toxicology*, 38(3-4), 345-353. doi:[https://doi.org/10.1016/S0166-445X\(96\)00852-1](https://doi.org/10.1016/S0166-445X(96)00852-1)
4. Arias Cango, M. A., Morán Arellano, R. A., & Burgos Valverde, F. (2020). Análisis de la relación entre los métodos de alimentación del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con los parámetros de producción, calidad de suelo y agua, en sistemas de cultivos semi-intensivos de granjas camaroneras localizadas en la provincia de El Oro. Guayaquil: ESPOL. FIMCP. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50601>
5. Arias, M., & Morán, R. (2020). Análisis de la relación entre los métodos de alimentación del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con los parámetros de producción, calidad de suelo y agua, en sistemas de cultivos semi-intensivos de granjas camaroneras localizadas en la provincia de El Oro. *ESPOL*, 63. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/50601/T-109761%20ARIAS%20-%20MOR%20c3%81N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Astudillo, J. (2021). Causas y efectos de condiciones anóxicas en estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei*. *UTMACH*, 38. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16576/1/ECUACA-2021-IAC-DE00001.pdf>

7. AWRI. (2020). Manual del instructor. Transparencia del agua. *Annis Water Resources Institute*. Obtenido de <https://www.gvsu.edu/wri/education/instructors-manual-water-transparency-8.htm>
8. Barattini, P., & Hepp, C. (2019). Mineralización de materia orgánica en suelos de la Patagonia. *INIA*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/341940811_Mineralizacion_de_materia_organica_en_suelos_de_la_Patagonia
9. Boyd, C. (2017). General Relationship Between Water Quality and Aquaculture Performance in Ponds. *Fish Diseases*, 247-166. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00006-5>
10. Boyd, C. (2018). Dinámica del oxígeno disuelto. *Global Seafood Alliance*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/>
11. Carchipulla, V. (2018). Importancia del oxígeno disuelto para mejorar la calidad de agua en estanques de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *UTMACH*, 30. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12905/1/DE00006_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
12. Carranza, É. O. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a la salinidad, temperatura y peso corporal. *Revista Ciencia Y Tecnología*, 13(25), 55–65.
13. Celi, H. (2021). Factores que contribuyen a la variación espacial de la concentración de oxígeno disuelto en estanques acuícolas en época de frío. *UTMACH*, 33. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17512/1/ECUACA-2021-IAC-DE00011.pdf>
14. Ching, C. (2005). La alcalinidad en el agua de cultivo del camarón de mar *Litopenaeus vannamei*. *Nicovita*. Obtenido de https://www.academia.edu/35764057/LA_ALCALINIDAD_EN_EL_AGUA_DE_CULTIVO_DEL_CAMAR%C3%93N_DE_MAR_Litopenaeus_vannamei

15. Coronel, J., & Loqui, A. (2020). Evaluación de la calidad de agua y sedimento en un sistema de producción agro-acuícola (*arroz-camarón*). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
16. Delegido, J., Urrego, P., Vicente, E., Soria, X., Pereira, M., Ruiz, A., . . . Moreno, J. (2019). Turbidez y profundidad de disco de Secchi con Sentinel-2 en embalses con diferente estado trófico en la Comunidad Valenciana. *Revista de Teledetección*, 15-24. doi:<https://doi.org/10.4995/raet.2019.12603>
17. Fuentes, F., & Lara, N. (2002). Manual de Ecología Microbiana. *Universidad de Puerto Rico*.
18. Galang, D., Ashari, A., Sulmatiw, L., Mahasri, G., Prayogo, & Sari, L. (2019). The oxygen content and dissolved oxygen consumption level of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the nanobubble cultivation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1). doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012014>
19. García Sanchez, S., Juárez Agis, A., Olivier Salome, B., Rivas González, M., & Zeferino Torres, J. (2018). Variables fisicoquímicas ambientales que indican en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, en Coyuca de Benítez, Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(2), 135-155. Obtenido de https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/7-2018_RMAE-20-camaron-to-edit.pdf
20. Hernández, J. (2016). Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*, 119. Obtenido de http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. Katayama, T., Nagao, N., Azman, N., Khatoon, H., Rahman, N., Takahashi, K., . . . Jusoh, M. (2020). Bioprospecting of indigenous marine microalgae with ammonium tolerance from aquaculture ponds for microalgae cultivation with ammonium-rich wastewaters. *Journal of Biotechnology*, 323, 113-120. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2020.08.001>

22. Lara, C., Espinoza, P., Rivera, M., Astorga, K., Acedo, F., & Bermudez, M. (2015). Desarro de camaron *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *AquaTIC*, 43, 1-13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49447307001>
23. Mallqui, E. (2019). Evaluación de la velocidad de transferencia de oxígeno, en un sistema de aireación de agua. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 92. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5196/T%20010_43497890_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Martínez, I., Amaya, A., Arrieta, C., Roque, M., Hernández, C., Cea, N., & Torres, B. (2019). Comparación de la productividad primaria con aplicaciones de lombriabono y fertilizante comercial, en cultivos de camarones blancos (*Litopenaeus vannamei*). *REVISTA CIENCIA E INTERCULTURALIDAD*, Vol. 24, No. 1, 174-188.
25. Niola, A. (2017). Revision en sistemas combinados de micro y macro organismos como alternativa tecnológica para el tratamiento de efluentes de granjas camaroneras. *UTMACH*, 29. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10514/1/DE00004_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
26. Oberle, M., Salomon, S., Ehrmaier, B., Richter, P., Lebert, M., & Strauch, S. (2019). Diurnal stratification of oxygen in shallow aquaculture ponds in central Europe and recommendations for optimal aeration. *Aquaculture*(501), 482-487. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.005>
27. Peña, L. (2017). El sector Camaronera del Ecuador y las Políticas sectoriales: 2007-2016. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, 96. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13763/Disertaci%c3%b3n%20Luis%20Pe%c3%b1a%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Piedrahita, Y. (2018). Evolución histórica, mejora genética, reforestación de manglares, barreras sanitarias y otros desarrollos. *Global Seafood Alliance*.
29. Ray, A., Dillon, K., & Lotz, J. (2011). Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with

- two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*, 45(3), 127-136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.09.001>
30. Rondón, D. (2020). Relación entre lo ambiental y lo físico-químico. El caso del oxígeno disuelto. *Universidad Pedagógica Nacional*, 108. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12602/RELACI%C3%93N%20ENTRE%20LO%20AMBIENTAL%20Y%20LO%20FISICOQU%C3%8DMICO.%20EL%20CASO%20DEL%20OX%C3%8DGENO%20DISUELTO.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
31. Suarez, A., & Oquendo, O. (2012). Consumo de oxígeno y punto crítico en langostas *Panulirus Aarhus*. *Revista Electronica de Veterinaria*, 13(3), 1-8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63623410002.pdf>
32. Supriatna, S., Koesman, M., Hariati, A., & Mahmudi, M. (2017). Dissolved oxygen models in intensive culture of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in East Java, Indonesia. *AACL Bioflux*, 10(4), 768-778. Obtenido de <http://www.bioflux.com.ro/docs/2017.768-778.pdf>
33. Tacon, A., Cody, J., Conquest, L., Divakaran, S., Forster, I., & Decamp, O. (2002). Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, 8(2), 121-137. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00199.x>
34. Torres, R. (2020). Estudio de microalgas del sistema lagunario del sur de Tamaulipas. *Instituto Tecnológico de Ciudad Madero*, 112. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/1332>